

O TERRACEAMENTO PASSO A PASSO

Terraceamento: uma prática complementar
ao manejo conservacionista do solo e da água



Governador do Estado
Jorginho dos Santos Mello

Secretário de Estado da Agricultura
Valdir Colatto

Presidente da Epagri
Dirceu Leite

Diretores

Célio Haverroth
Desenvolvimento Institucional

Fabírcia Hoffmann Maria
Administração e Finanças

Gustavo Gimi Santos Claudino
Extensão Rural e Pesqueira

Reney Dorow
Ciência, Tecnologia e Inovação



ISSN 1414-5219 (Impresso)
ISSN 2674-9505 (On-line)
Junho 2023

BOLETIM DIDÁTICO Nº 170

O TERRACEAMENTO PASSO A PASSO

**Terraceamento: uma prática complementar
ao manejo conservacionista do solo e da água**



**Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
Florianópolis
2023**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil
Fone: (48) 3665-5000
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento de Marketing e Comunicação (Epagri/Demc)

Editoração técnica: Paulo Sergio Tagliari

Revisão textual: Laertes Rebelo

Diagramador: Vilton Jorge de Souza

Foto de capa: Imagem aérea da propriedade da família Golin, Caxambu do Sul-SC, com terraços de base larga em nível e implantados conforme o software HidroTerraço 1.0 da Epagri

Primeira edição: junho de 2023

Tiragem: 500 exemplares

Impressão: Gráfica CS

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica

BASSANI, M.H; GARCEZ, J.G.; BORTOLANZA, D.R.; SOCCOL, J.J.; PERGHER, M.; MOTA, M.R.; RAMOS, J.C.; WILDNER, L.P.; JUSTEN, J.G.K. **O terraceamento passo a passo**. Florianópolis: Epagri, 2023. 32p. (Epagri. Boletim Didático, 170)

Conservação do solo; Controle da erosão; Terraços em nível.

ISSN 1414-5219 (Impresso)

ISSN 2674-9505 (*on-line*)



AUTORES

Marcelo Henrique Bassani

Engenheiro-agrônomo, Esp.

Epagri – Gerência Regional de Xanxerê

E-mail: marcelobassani@epagri.sc.gov.br

Fone: (49) 3382-2090

Juliano Gonçalves Garcez

Engenheiro-agrônomo

Epagri – Escritório Municipal de Caxambu do Sul

E-mail: julianogarcez@epagri.sc.gov.br

Fone: (49) 3326-0192

Delcio Rudinei Bortolanza

Engenheiro-agrônomo

Epagri – Escritório Municipal de União do Oeste

E-mail: delciobortolanza@epagri.sc.gov.br

Fone: (49) 3348-1201

Jeferson João Soccol

Engenheiro-agrônomo

Epagri – Escritório Municipal de Xaxim

E-mail: jefersonsoccol@epagri.sc.gov.br

Fone: (49) 3353-3127

Maico Pergher

Engenheiro-agrônomo

Epagri – Escritório Municipal de Faxinal dos Guedes

E-mail: maicopergher@epagri.sc.gov.br

Fone: (49) 3382-2177

Murilo Renan Mota

Engenheiro-agrônomo

Epagri – Escritório Municipal de Vargeão

E-mail: murilomota@epagri.sc.gov.br

Fone: (49) 3050-5539

Júlio César Ramos

Engenheiro-agrônomo, Dr.

Epagri/Cepaf – Equipe de Pesquisa

E-mail: julioramos@epagri.sc.gov.br

Fone: (49) 2049-7546

Leandro do Prado Wildner

Engenheiro-agrônomo, Msc.

Epagri/Cepaf – Equipe de Pesquisa

Email: lpwild@epagri.sc.gov.br

Fone: (49) 2049-7583

Juliane Garcia Knapik Justen

Engenheira Florestal, Msc.

Epagri – Coordenador de Programa

E-mail: julianeknapik@epagri.sc.gov.br

Fone: (47) 3526-3083

APRESENTAÇÃO

Ao transitar pelas estradas de Santa Catarina, percebemos que a erosão do solo ainda continua presente em muitas lavouras nas mais diversas regiões. Observa-se que em áreas agrícolas com grande comprimento de rampa e/ou altas declividades a rotação de culturas, assim como a manutenção da cobertura do solo e a sementeira em contorno, não são suficientes para impedir a erosão hídrica. Embora o plantio direto tenha revolucionado a agricultura brasileira, o terraceamento continua sendo fundamental na busca pela sua sustentabilidade do sistema produtivo.

As metodologias de determinação de espaçamento de terraços até então aplicadas resultaram em elevado número de terraços, condicionando os produtores ao abandono da prática nas lavouras. A metodologia hoje utilizada pela Epagri, denominada HidroTerraço 1.0, desenvolvida a partir da metodologia de Pruski et al. (1997), está centrada na capacidade de armazenamento e escoamento do terraço, permitindo redução do número de terraços. Essa prática leva em conta a declividade do terreno, a taxa de infiltração de água no solo e as características da chuva da região, que são fortemente influenciados pelo manejo adotado e pela condição local do seu entorno. Nesse sentido, a visão dos benefícios do terraço está voltada à captação e ao armazenamento de água na lavoura, a fim de reduzir os riscos relacionados à estiagem, regulando a umidade do solo e reduzindo o estresse hídrico das plantas. Ainda, ao manter o excesso de água das chuvas na lavoura, o terraceamento gera ganho ambiental, reduzindo a contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos, fertilizantes, assoreamento, eutrofização das águas e manutenção das estradas rurais.

Para isso, no entanto, é necessária a elaboração de um projeto para cada situação de lavoura, sendo que a viabilidade de indicação técnica e econômica do terraceamento está condicionada à adequação do manejo do solo. Desta forma, o presente boletim tem por objetivo demonstrar os principais passos necessários para a implantação de terraços associados ao planejamento conservacionista da lavoura, seguindo metodologias sugeridas pela pesquisa e pela extensão rural da Epagri.

A Diretoria Executiva

Sumário

Introdução	9
1 Diagnóstico das condições ambientais e de manejo da gleba a ser terraceada	11
1.1 Avaliação do solo	12
1.2 Determinação da velocidade de infiltração de água no solo.....	14
1.3 Características das chuvas	15
2 Construção dos terraços	16
2.1 Construção da tabela de espaçamento entre terraços.....	17
2.2 Determinação da declividade e locação dos terraços	18
2.3 Construção de terraço de base larga com trator de pneus e arado de discos reversíveis.....	19
2.4 Construção de terraço de base larga com trator de esteiras.....	20
2.5 Construção de terraços de base larga com motoniveladora	22
3 Avaliação dos terraços	25
3.1 Manutenção dos terraços.....	26
3.2 Custo e rendimento das máquinas/equipamentos para construção dos terraços	27
Literatura citada e consultada	28

Introdução

O solo é responsável por fornecer nutrientes, água e oxigênio para as plantas, contribuindo para a filtragem da água e atuando como um grande reservatório de carbono. No entanto, o manejo hoje praticado, com baixo aporte de material orgânico, trânsito excessivo de máquinas e inexistência de práticas conservacionistas resulta na ocorrência de erosão hídrica, compactação e degradação dos solos, baixo aproveitamento da água das chuvas, diminuição da fertilidade do solo, com conseqüente perda da produtividade. Adicionalmente, esse manejo inadequado diminui o teor de matéria orgânica e a biodiversidade dos solos, afetando dessa forma a segurança alimentar e os serviços ecossistêmicos.

No entanto, é possível reverter esse cenário negativo, preservando tanto o solo quanto a água. E o melhor caminho é o planejamento do uso da terra e da utilização de práticas conservacionistas integradas, com o uso racional dos recursos naturais, convertendo o plantio direto hoje praticado, em um sistema mais complexo, denominado de Sistema Plantio Direto. Tudo isso deve ser feito em sintonia com os ciclos da água, do carbono e dos nutrientes! Essas estratégias de manejo são indispensáveis para evitar as perdas excessivas pela temida erosão e aumentar a infiltração das águas das chuvas, garantindo que o uso da água das chuvas seja para o suprimento das culturas e para o abastecimento do lençol freático.

De acordo com Denardin et al. (2012), o Sistema Plantio Direto é um sistema complexo de produção agrícola que exige a adoção integrada de uma série de princípios da agricultura conservacionista, tais como:

- Mobilização do solo restrita à linha de semeadura;
- Manutenção de cobertura permanente sobre o solo;
- Adoção da rotação, sucessão e/ou consorciação de culturas;
- Redução do período entre a colheita e a semeadura; e
- Implantação de práticas mecânicas ou obras hidráulicas para disciplinar a enxurrada e controlar a erosão hídrica.

Grande parte da captação, infiltração e condução da água nas lavouras está relacionada à presença de práticas mecânicas de conservação do solo, representadas principalmente pelos terraços e pelo cultivo em nível, por ocasião da semeadura das culturas. Os terraços são construídos transversalmente à inclinação do terreno (declividade) para dividir o lançante (ou rampa) em seções menores (comprimentos menores) de modo que a água que escoar (enxurrada) entre um terraço e outro não tenha nem quantidade e nem velocidade suficiente

para causar erosão. No final das contas, a água escoada é captada pelo canal do terraço. De acordo com o tipo de solo e a inclinação do terreno, o terraço construído acumula água no próprio canal (onde parte evapora pela ação do sol e parte infiltra – caso seja terraço em nível) ou encaminha a água para um canal escoadouro (caso seja um terraço de drenagem ou terraço em desnível), que por sua vez fará o deságue de toda a enxurrada recebida do sistema de terraços em um local adequado, previamente escolhido.

O terraceamento foi muito adotado no Brasil nas décadas de 1970 e 1980. Porém as metodologias recomendavam um número relativamente excessivo de terraços para os moldes de hoje, o que inviabilizava a sua utilização pelos produtores, devido a vários fatores associados, como custos, manejo do solo e tráfego de máquinas. Tais fatores acarretaram a retirada generalizada de terraços, que concomitantemente à prática inadequada do plantio direto, resultou na volta da erosão com perdas de solo, nutrientes e matéria orgânica das lavouras, promovendo danos ambientais e prejuízos econômicos ao produtor.

A retomada do terraceamento como prática mecânica complementar ao manejo do solo, no intuito de manejar a água de escoamento e controlar a erosão causada pela enxurrada, também tem por princípio reduzir a severidade dos frequentes períodos de estresses hídricos ocorrentes no estado de Santa Catarina nos últimos anos, assim como reduzir a necessidade de reposição de nutrientes ao solo na forma de fertilizantes.

A Epagri, através de atividades integradas de pesquisa e extensão, vem utilizando a metodologia denominada HidroTerraço 1.0. A qualificação das informações tem propiciado maior precisão e até locar os terraços mais distantes do que outras metodologias tradicionais, sem aumentar os riscos de rompimento dos terraços, reduzindo desta forma os custos de implantação e facilitando o manejo da lavoura em geral.

Neste boletim são apresentadas com detalhes e ilustrações as etapas, passo a passo, para a locação, construção e manutenção de terraços em nível.

1 Diagnóstico das condições ambientais e de manejo da gleba a ser terraceada

A primeira atividade recomendada para iniciar um diagnóstico das condições ambientais e de manejo da gleba a ser terraceada é uma visita de campo com uma caminhada ao longo de todo o perímetro observando os seguintes aspectos (Figura 1a):

- Verificar se há sinais de escoamento superficial de água e movimentação de restos culturais e sedimentos, sejam em forma de erosão laminar, em sulcos ou em voçorocas, principalmente nas depressões naturais (talwegues) do terreno (Figura 1b);
- Observar o uso e o manejo adotado assim como a estrutura e a presença de camadas de solo compactadas ou adensadas;
- Observar a presença de águas de áreas vizinhas que possivelmente possam adentrar na lavoura; e
- Observar a localização e o sentido da drenagem de estradas, a declividade do terreno e o comprimento dos declives.

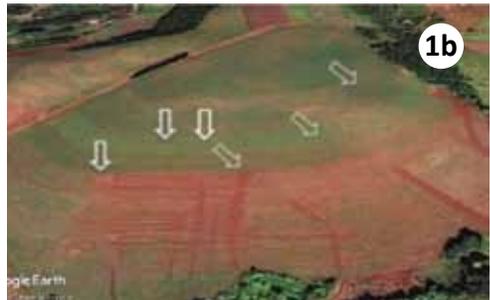


Figura 1a. Avaliação geral da lavoura

Figura 1b. Talwegues de escoamento natural das águas

Fonte: Google Earth (2016)

1.1 Avaliação do solo

As avaliações físicas, químicas e biológicas devem ser feitas diretamente no solo da gleba onde serão construídos os terraços. Essas avaliações devem ser realizadas em três posições estratégicas da encosta: no terço superior, no terço médio e no terço inferior.

Sugere-se a seguinte sequência de procedimentos:

- Abrir uma trincheira no solo com face para o norte com, no mínimo, 40cm de profundidade, largura e comprimento;
- Avaliar a resistência do solo “punçando” ao longo do perfil do solo, dentro da trincheira, com uma ferramenta pontiaguda (faca ou canivete) para avaliar a resistência do solo à penetração (Figura 2a) e identificar a presença de possíveis camadas horizontais de resistências ou colorações distintas, que podem caracterizar estratificação física do solo;
- Observar se há desvio na trajetória natural das raízes, indicando impedimento ao seu livre crescimento;
- avaliar biologicamente o solo pela presença de volume e variedade de raízes, se há presença de macrobiota do solo tais como minhocas, besouros, etc.
- Coletar uma fatia do perfil do solo de 40cm de profundidade com uma pá “jardineira”; colocar a pá em posição horizontal, batendo no seu dorso com uma madeira ou metal, para observar se ocorrem rachaduras no solo que denunciem a estratificação física na amostra (Figura 2b).



Figura 2a. Punção do perfil do solo na trincheira; Figura 2b. Coleta de fatia de solo para avaliação em pá jardineira

No caso de haver limitações de caráter físico no solo (camada compactada), com limitação ao crescimento radicular, recomenda-se proceder à descompactação do solo, que consiste de duas etapas: a primeira diz respeito ao rompimento mecânico da camada compactada; e, a segunda, à recuperação da estrutura do solo.

O rompimento mecânico deve ser feito com equipamento adequado (escarificador ou subsolador, dependendo a profundidade onde se encontra a camada compactada), regulado quanto à profundidade de trabalho e espaçamento entre as hastes/dentes. A profundidade de trabalho deve ser definida colocando a ponta das hastes logo abaixo da parte inferior da camada compactada; já a distância entre hastes depende do tipo de solo (solos mais argilosos exigem maior potência), potência de trados disponível e da largura da própria haste. Para solos de textura arenosa/média, recomenda-se que o espaçamento entre hastes seja equivalente a 1,5/2,0 vezes a profundidade de trabalho; para solos argilosos, a relação deve ser de 1,2 a 1,5. Quando as hastes possuírem ponteiros mais largas (“asas de andorinha”), as relações acima podem ser aumentadas em 0,5. É importante que a subsolagem ou escarificação seja realizada quando o solo estiver com teor de umidade menor, ou no limite inferior da friabilidade (próxima à tenacidade), onde a coesão é um pouco maior que a adesão, facilitando o rompimento da camada compactada.

Para a recuperação da estrutura do solo, recomenda-se cultivar, imediatamente após a passagem do subsolador/escarificador, espécies com sistemas radiculares agressivos, solteiras ou em misturas. Dá-se preferência ao cultivo de gramíneas de inverno (aveia-preta, aveia-branca, centeio) solteiras ou consorciadas com tremoço ou nabo-forrageiro), ou de verão (milheto, capim-sudão, sorgo ou, até mesmo, milho) solteiras ou consorciadas com crotalárias, guandu anão ou trigo mourisco.

Após realizado o diagnóstico físico na trincheira, deve-se coletar amostras para avaliação do gradiente de fertilidade do solo. Sugere-se coletar amostras nas camadas de 0-10cm e 10-20cm. Se forem verificadas estratificação e/ou limitações químicas, deve-se realizar a devida correção nas profundidades. Caso seja necessário fazer uma descompactação, este é o momento para aproveitar o revolvimento para corrigir também alguma limitação química. Se a compactação estiver até 20cm de profundidade, as operações de rompimento da camada compactada e a correção química do solo podem ser feitas conjuntamente através de uma lavração profunda, seguida por gradagens destorroadoras e niveladoras.

Essas avaliações servem de parâmetros para a tomada de decisão das práticas conservacionistas a serem adotadas. Caso não existam limitações físicas ou químicas no solo, deve-se proceder a implantação do terraceamento mantendo o manejo que já vem sendo adotado na lavoura. Caso existam marcas (sulcos) de erosão, e dependendo do grau desses sulcos, recomenda-se a imediata eliminação através de sucessivas passadas de arado e grade para nivelamento da superfície do solo.

1.2 Determinação da velocidade de infiltração de água no solo

A velocidade de infiltração básica (VIB) de água no solo é uma informação essencial para o cálculo do espaçamento entre terraços em áreas de plantio direto. Do ponto de vista prático, quanto mais água infiltra no solo, menos água escoo sobre a superfície, permitindo que o espaçamento entre terraços seja maior. Consequentemente, isso repercute em um número menor de terraços por área de lavoura.

A taxa de infiltração do solo pode ser avaliada pelos técnicos com o auxílio do infiltrômetro de Cornell, sendo determinada pela diferença entre o volume de água liberado pelo aparelho e o volume do escoamento coletado (Figuras 3a e 3b). É possível determinar o espaçamento entre terraços em função da infiltração máxima observada na avaliação para o tipo de solo predominante na lavoura, desde que o agricultor se comprometa a recuperar a estrutura e manter boas práticas de manejo de solo para que a infiltração estabelecida seja atingida e mantida. Essa informação é um dos diferenciais que não eram considerados por outras metodologias tradicionais de planejamento de terraços.

Para definir a opção pela construção de terraços em nível, também chamados de terraços de infiltração, é necessário que a velocidade básica de infiltração de água seja maior do que 50mm/h. Valores inferiores a esse determinam duas opções: 1) a melhoria da estrutura, quando possível, para que o solo seja capaz de proporcionar níveis de infiltração maiores para, finalmente, construir terraços em nível; ou 2) caso não seja possível viabilizar a opção anterior, construir terraços de drenagem (em desnível), que retiram o excesso de água da lavoura, direcionando para um canal escoadouro.



Figura 3a. Avaliação da taxa de infiltração de água no solo através do infiltrômetro de Cornell; Figura 3b. Detalhe do gotejamento simulando chuva

O aumento dos níveis de infiltração está relacionado à melhoria ou recuperação da estrutura do solo. A melhoria da estrutura diz respeito à adoção de sistemas de produção que incluam o cultivo de adubos verdes/plantas de cobertura, adicionando material orgânico (parte aérea e raízes) em quantidade,

qualidade e frequência compatíveis com a demanda biológica do solo (se recomenda ao menos 10 toneladas/ha/ano); já a recuperação da estrutura está relacionada ao processo de descompactação do solo já descrito anteriormente.

1.3 Características das chuvas

Através de informações da base de dados provenientes da Rede de Estações Meteorológicas da Epagri em Santa Catarina, pode-se avaliar as características das chuvas (intensidade e frequência) em cada município ou região do Estado (Figura 4). Estes valores servem de referência para a locação de terraços em função do tempo de retorno de volumes extremos de chuvas.

Cada região possui seu próprio regime de chuvas que varia bastante no tempo e no espaço, por isso o projeto de terraceamento deve levar em conta os dados pluviométricos da região onde se localiza a área estudada, pois isso implicará diretamente nos cálculos da altura e da distância entre terraços. Estas informações também podem ser obtidas em publicações da Epagri (BACK, 2013; BACK et al., 2021) ou diretamente no aplicativo sobre terraceamento da Epagri, conhecido como HidroTerraço 1.0 (BACK; WILDNER, 2022).

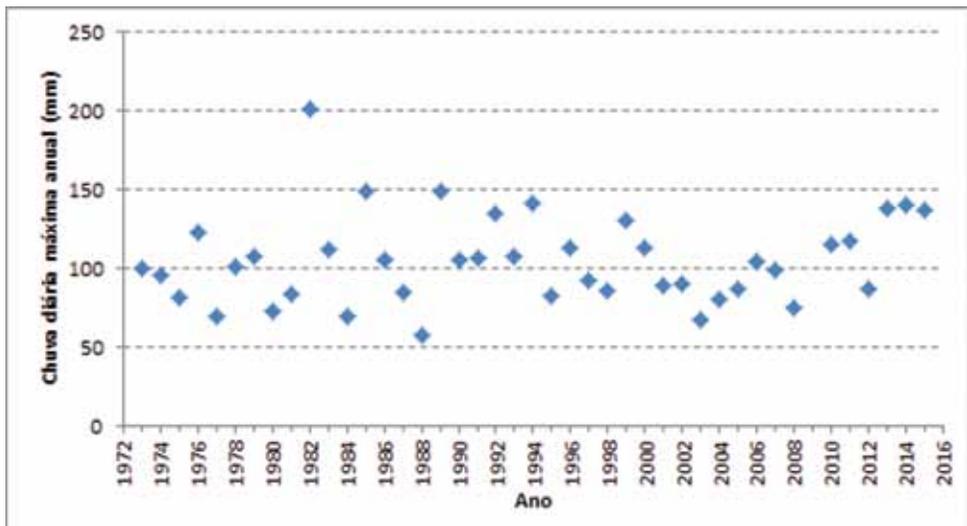


Figura 4. Série de chuvas diárias máximas anuais para a região Chapecó
Fonte: Back et al. (2019)

2 Construção dos terraços

Partindo da finalidade de captação e armazenamento de água, recomenda-se a construção de terraços em nível desde que a infiltração do solo seja maior que 50mm/h, como foi já salientado anteriormente, e que o tipo de solo tenha estrutura para suportar a lâmina hídrica de armazenamento estipulada pelo projeto. Solos muito rasos e pedregosos, solos com mudança abrupta de textura ou com elevado teor de areia são mais susceptíveis a rompimentos, com maior dificuldade na construção e manutenção.

Com relação às máquinas para a construção pode-se utilizar trator de pneus com arado de discos, patrola (motoniveladora) e/ou trator de esteiras. Quando possível, recomenda-se o uso integrado de dois ou mais equipamentos para a construção dos terraços, pois há equipamentos com maior rendimento operacional (patrola e trator de esteira comparados ao trator com arado de discos) e há equipamentos com maior capacidade de acabamento (patrola comparada ao trator com arado de discos).

Para a construção de terraços em nível, em áreas com declividade máxima de, até, 18% adota-se o tipo base larga movimentando uma faixa de solo com cerca de 18 metros de largura. Para declividades maiores recomenda-se construir terraços embutidos, ainda em nível, ou então terraços de drenagem ou em desnível. Da mesma forma, em solos arenosos ou rasos com presença de pedras e com declividades acima de 15% não são recomendados terraços em nível, mas sim de drenagem, por não terem estrutura para o armazenamento de água ou apresentarem alta suscetibilidade ao rompimento.

Quanto às dimensões dos terraços, recomenda-se adotar 50cm de altura da crista até o talvegue do canal com uma declividade média interna do talude de 20% para permitir que operações de máquinas e equipamentos sejam realizadas sobre o mesmo. A largura total do terraço base larga varia de 15 a 20 metros, sendo em média de 3 a 6 metros para a zona de corte e mais 12 metros para a zona de aterro (taludes do terraço) (Figura 5).

2.2 Determinação da declividade e locação dos terraços

De posse da tabela gerada pelo aplicativo HidroTerraço, parte-se para a locação das cotas (linhas de nível) do terraço, com auxílio de nível óptico, régua topográfica, trena e estacas.

Para a determinação da declividade e locação dos terraços devem-se seguir as seguintes etapas:

- Identificar o ponto mais alto do terreno com o nível óptico e a régua;
- Medir a declividade média em algumas direções percorrendo 50m a partir do ponto mais alto;
- Por questões de segurança, demarcar a primeira linha de terraços com a metade da distância gerada pelo HidroTerraço 1.0, demarcando com estacas de 10 a 20m de distância entre si;
- A partir da primeira linha de terraços, medir novamente a declividade média nas diferentes direções da lavoura e assim sucessivamente, sempre utilizando a medida horizontal da tabela aferida na régua topográfica (Figura 6).



Figura 6. Determinação da declividade do terreno

2.3 Construção de terraço de base larga com trator de pneus e arado de discos reversíveis

Com o trator e arado de discos, o operador fará a primeira passada de ida e volta a 40 centímetros de distância da linha de demarcação do terraço, tombando o solo para o centro, ou seja, de fora para dentro, tanto na ida quanto na volta. Na segunda passada, o operador deverá colocar o pneu do trator no sulco da primeira passada, sempre movimentando a terra para o centro da linha. Orienta-se fazer 12 passadas de cada um dos lados da marcação na primeira série (Figura 7a) e, em seguida, a segunda série de passadas (Figura 7b).



Figura 7a. Primeira série de passadas de tratores com arados de disco para a construção do camalhão do terraço; Figura 7b. Segunda série de passadas

Posteriormente, o operador deverá retornar na linha do terraço e fazer 11 passadas de cada um dos lados, e depois 10, 9, 8, e assim sucessivamente, até montar um volume de terra que formará uma elevação do terreno neste local chamado de camalhão, conforme a Figura 8.

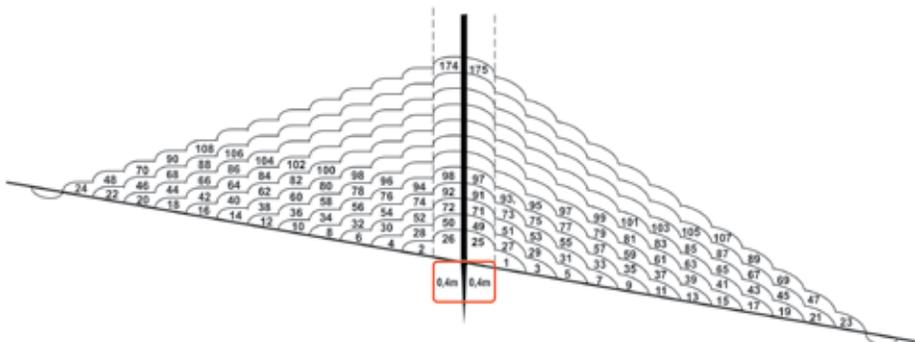


Figura 8. Dinâmica de movimentação de solo e a sequência de passadas para trator de pneus com arados de discos

Fonte: Epagri

Para o acabamento do terraço, quando for possível, recomenda-se realizar, com auxílio de uma motoniveladora, algumas passadas nos lados interno e externo do terraço para suavizar a geometria de cortes e aterros, possibilitando a mecanização na área (Figura 9).



Figura 9. Terraço finalizado

2.4 Construção de terraço de base larga com trator de esteiras

A segunda opção de maquinário para a construção de terraços é o trator de esteiras que apresenta entre os principais diferenciais agilidade e rapidez, quando comparado ao trator com arado de discos, pois tem maior capacidade de movimentação de solo.

Ressalta-se que esse equipamento é o mais adequado, entre todas as possibilidades, para trabalhos em solos com afloramento de rochas. Além disso, o trator de esteiras é versátil para o trabalho em áreas declivosas, permitindo realizar ajustes pontuais, principalmente na fase de acabamento.

Independente do maquinário utilizado, recomenda-se iniciar a mobilização do solo com uma escarificação prévia do terreno. Esta operação fica facilitada porque tanto o trator esteira quanto a patola possuem garfos subsoladores potentes acoplados na parte posterior da máquina. A escarificação da largura total onde deve ficar o canal, acima da estaca de demarcação, facilita para o operador visualizar a área de início do corte e agiliza a movimentação de solo posterior pela concha da esteira ou pela lâmina frontal da patola.

O próximo passo é posicionar a máquina em torno de 15 metros acima das estacas, começando o corte e deslocando o solo de cima para baixo. Nesse

processo, deve-se coincidir a crista do talude com as estacas e o canal acima, com a largura do talude definida previamente. A partir de então se inicia a movimentação de cima para a linha das estacas (crista do terraço) ao longo de toda a cota (nível) demarcada (Figuras 10a e 10b).



Figura 10a. Zona de corte escarificada, seguindo a marcação das estacas; Figura 10b. Trator de esteiras movimentando solo da zona de corte para a zona de aterro (sentido morro abaixo), construindo o talude do terraço

É importante instruir o operador da máquina a realizar o corte do solo em fatias estreitas (em torno de 50cm de profundidade do solo) a cada passada. O operador deve aprofundar gradativamente a lâmina frontal até chegar ao ponto mais profundo de corte: o canal do terraço, onde foi previamente escarificado. Logo após, deve andar em torno de 6 metros e levantar gradativamente a lâmina (para formar a crista do terraço) e dar forma ao canal (Figuras 11a e 11b).



Figuras 11a e 11b. Movimentação de solo (de cima para baixo) em direção da linha de demarcação do terraço para formação do camalhão

Em seguida, proceder algumas passadas com o trator, no sentido paralelo ao terraço, para corrigir as irregularidades e dar o acabamento final e condição de semeadura tanto na zona de corte quanto na zona de talude do terraço (Figuras 12a e 12b).



Figuras 12a e 12b. Acabamento longitudinal na zona de corte e aterro do terraço

Ao final tem-se o terraço de base larga com ondulação suave, seção com capacidade de armazenar a água das chuvas e possibilidade de mecanização sobre a obra hidráulica. Após as avaliações e aferições dos terraços, recomenda-se realizar novamente a escarificação do canal para melhorar a infiltração de água, a correção do solo com corretivos e fertilizantes e a implantação de plantas de cobertura.

2.5 Construção de terraços de base larga com motoniveladora

A motoniveladora, mais conhecida como patrola, é um importante maquinário para a construção de terraços de base larga em terrenos com declividade de até 15%. Por sua característica de trabalho laminar, agilidade e robustez, obtém bons resultados e deixa o terreno uniforme para práticas agrícolas.

Com base na linha do terraço, que deve ficar na crista do camalhão, a operação de construção do terraço com patrola é basicamente de corte e transporte de material, observando as medidas de corte e aterro. A recomendação é que a zona de corte tenha cerca de 6 metros enquanto a zona de aterro tenha 6 metros em cada parede, totalizando uma obra com cerca de 18 metros de largura. A altura vertical do camalhão deve ser sempre de 50cm.

Após realizar o estaqueamento para alocar o terraço, realizar duas ou três passadas com o escarificador da patrola para descompactar o solo no espaço onde será a base do terraço, ou seja, na parte mais profunda do canal (Figura 13a). O próximo passo é posicionar a máquina na parte onde será o fundo do canal, começando o corte de material e deslocando o solo de cima para baixo (Figura 13b). Nesse processo deve-se fazer com que a crista do talude coincida com as estacas demarcadas e o canal acima das estacas com a largura do talude definida previamente.



Figura 13a. Construção de terraço base larga com motoniveladora. Escarificação na base do canal (seguir a marcação das estacas), local onde o corte será mais profundo; Figura 13b. Vista longitudinal da motoniveladora realizando a movimentação do solo

É importante instruir o operador da máquina a realizar o corte do solo da parte superior do canal com uma declividade de até 20% para facilitar as futuras operações de cultivo da área. A zona de corte deve ser de 6 metros ou mais (Figura 13c) para se ter material (solo) suficiente para formar um camalhão suave.



Figura 13c. Detalhe da movimentação de solo na parte superior do canal

Concluída a etapa de corte, é necessário realizar o acabamento na parte à jusante (de baixo) do camalhão (Figuras 13d e 13e).



Figura 13d. Movimento de solo da parte de baixo do terraço; Figura 13e. Ajuste das irregularidades na crista do terraço

Ao final tem-se o terraço de base larga com ondulação suave, seção com capacidade de armazenar a água das chuvas e possibilidade de mecanização sobre a obra (Figura 13f).



Figura 13f. Vista do terraço após a finalização da construção

3 Avaliação dos terraços

Durante e após a construção dos terraços faz-se necessário realizar uma avaliação dos mesmos. As aferições necessárias são:

- Altura da crista do camalhão;
- Comprimento de rampa da frente e de trás do terraço;
- Capacidade de armazenamento de água do terraço.

Com auxílio de uma trena, nível óptico e régua (Figuras 14a e 14b) recomenda-se realizar aferições a cada 10 metros, verificando se estão de acordo com o projeto elaborado para o talhão. A altura da crista do terraço deverá estar sempre na mesma cota para não ocorrer transbordamento de água em chuvas excessivas. Da mesma forma, o canal do terraço também deverá ter a mesma cota para que não haja acúmulos desuniformes e sucessivos ao longo do canal do terraço. Sempre observar para que a altura recomendada seja obedecida, a fim de comportar todo o volume de escoamento planejado. Ainda, para facilitar as operações agrícolas, conferir a metragem do comprimento do talude a jusante e a montante do camalhão do terraço.

O volume de água armazenada no terraço (V) é calculado pela fórmula $V = b \times h / 2$, onde o “ b ” se refere à medida da base (na régua a mesma medida entre a crista do terraço e a parte inicial do corte de material) e o “ h ”, à altura do terraço (Figura 5). O recomendado para as obras é que os terraços tenham armazenamento acima de 2 mil litros de água a cada metro de seção de terraço construído. Caso necessário, deve-se realizar a manutenção das inconformidades com os equipamentos de construção para ter uma obra com a eficiência proposta.



Figuras 14a e 14b. Avaliação e aferição das medidas do terraço

Recomenda-se que, após as avaliações e aferições dos terraços, seja realizada, de forma imediata, uma escarificação do canal do terraço (especialmente na área de corte), para restabelecer a infiltração de água e fluxo de nutrientes, correção do solo, com corretivos e fertilizantes, e semeadura de plantas de cobertura que tenham grande volume de raízes e palhada, a exemplo das gramíneas de verão.

3.1 Manutenção dos terraços

A manutenção dos terraços é uma prática necessária e deve ser feita anualmente, removendo-se os sedimentos acumulados no interior do canal e depositando-os sobre o camalhão. O objetivo é evitar a perda de eficiência dos terraços, seja por problemas na construção, seja por assoreamento ao longo dos anos.

No campo, as principais causas do rompimento de terraços são:

- Manejo inadequado do solo;
- Locação irregular dos terraços;
- Defeitos na construção, provocando variações na altura da crista do terraço;
- Convergência, para o terraço, de águas externas à área terraceada;
- Movimento de máquinas e animais sobre o camalhão, provocando o seu rebaixamento;
- Falta de manutenção e limpeza do canal;
- Ocorrência de chuvas com intensidade acima do tempo de retorno planejado (15 anos);
- Construção de terraços em solos de baixa infiltração de água.

Em casos de ocorrência de eventos extremos superiores aos considerados no projeto ou de falhas construtivas, existe ainda a possibilidade da manutenção de correção ou retificação.

Esta ação consiste em corrigir problemas de profundidade do canal e altura do camalhão sempre que houver diferença em relação ao que foi dimensionado no projeto. Além disso, a manutenção de correção também serve para corrigir problemas de redução da seção do canal pelo assoreamento e problemas de rompimento dos terraços em casos extremos.

Recomenda-se o monitoramento e manutenção constante dos terraços para que possuam eficiência e vida útil longa. Observar o nível de água no canal do terraço durante ou logo após a ocorrência de precipitação, principalmente as de grande intensidade. As práticas integradas de conservação de solo e da água, tais como cultivo em nível, prática colher-semear, cobertura permanente do solo, plantio direto e rotação de culturas são consideradas as melhores medidas de manutenção e conservação dos terraços.

3.2 Custo e rendimento das máquinas/equipamentos para construção dos terraços

De acordo com o observado no campo, podemos destacar de maneira geral que a patrola e o trator de esteira têm melhor rendimento e maior benefício/custo em relação ao trator com arado, pois ambos têm maior força de movimentação de solo. Além disso, é importante considerar que muitas das áreas cultivadas em Santa Catarina possuem características, como presença de pedras e declividades variadas, nas quais seria mais indicado o uso desses equipamentos maiores e que normalmente são manejados por operadores experientes.

Quanto à qualidade da construção, a melhor compactação do talude é observada no terraço construído com arados de discos; porém, com este equipamento é mais difícil realizar os acabamentos, principalmente em áreas acima de 10% de declividade, necessitando de complementação com outros equipamentos.

Na Tabela 2 são apresentados os custos médios e o rendimento das máquinas obtidos a partir da construção de terraços em diferentes propriedades de agricultores localizadas no Oeste Catarinense com declividade máxima de 15%, considerando uma escarificação prévia no local antes do início da construção do terraço.

Tabela 2. Rendimento médio de trabalho (m/h) e custo médio (R\$/h) por máquina/equipamento obtidos a partir da construção de terraços em diferentes propriedades de agricultores da região Oeste de Santa Catarina

Máquina/equipamento	Rendimento (m /hora)	Custo médio (R\$/ hora máquina)
Motoniveladora	50 a 60	350,00
Trator de esteiras	60 a 70	350,00
Arado de 3 e 4 discos reversível	20 a 30	150,00

Fonte: os autores

Literatura citada e consultada

BACK, A. J.; WILDNER, L. do P. **HidroTerraço 1.0 - Programa para cálculos hidrológicos e dimensionamento de estruturas de conservação do solo e da água em áreas agrícolas**. Florianópolis: Epagri, 2022, 124p. (Epagri. Documentos, 348).

BACK, A. J.; WILDNER, L. do P.; GARCEZ, J. G. Análise de chuvas intensas visando ao dimensionamento de estruturas de conservação do solo em Chapecó, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, p.95–100, 2019. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/issue/view/70>. Acesso em: 15 jul. 2021.

BACK, A. J.; WILDNER, L. do P.; PEREIRA, J. R. Chuvas intensas para projetos de conservação do solo e da água no estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.34, n.2, p.65-72, 2021.

BACK, A. J. **Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina** (com programa HidroChuSC para cálculos). Florianópolis, Epagri. 2013. 193p.

BERTOL, O. J.; COLOZZI FILHO, A.; BARBOSA, G. M. de C.; SANTOS, J. BÜ.; GUIMARÃES, M. de F. (eds.) **Manual de manejo e conservação do solo e da água para o estado do Paraná**. 1. ed. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Nepar - SBCS, 2019. 325p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 10.ed. São Paulo: Ícone, 2017. 392p.

CATI. Comissão Técnica de Conservação do Solo. **Boas Práticas em Conservação do Solo e da Água**. DRUGOWICH, M.I. (Coordenador), Campinas: CATI 2014. 38p. (Manual Técnico, 81)

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SANTI, A.; DENARDIN, N. D.; WIETHÖLTER, S. **Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 15p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 141).

DENARDIN, J. E. Alternativas para o aumento da produtividade da lavoura de grãos no Rio Grande do Sul. *In: Alternativas para ampliação da produtividade e da qualidade da produção agropecuária do Rio Grande do Sul: leite e grãos*. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2018. p.65–92. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1105020/alternativas-para-aumento-da-productividade-da-lavoura-de-graos-no-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 8 jul. 2021.

GARCEZ, J. G.; CORREA, C.; SOCCOL, J.J.; MOTA, M.R.; BORTOLANZA, D.R.; PERGHER, M.; FERRI, D.J.; ALESSIO, M.; RAMOS, J.C. O resgate do terraceamento associado ao plantio direto no Oeste de Santa Catarina. *In: Anais 17º Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha [livro eletrônico]*. 1. ed. Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação, p.113, 2020. Disponível em: https://febrapdp.org.br/17enpdp/Anais-17ENPDP_FEBRAPDP_2020.pdf. Acesso em: 15 jul. 2021. LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; ARAÚJO, A. S. F. (Eds.). **Agricultura conservacionista no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 598p.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. Hidrologia de superfície relacionada ao manejo e à conservação do solo e da água. *In: Manejo e a conservação do solo e da água*. 2 ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019. p.345 – 392.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M. **Práticas mecânicas de conservação do solo e da água**. 2. ed.rev.ampl. Viçosa, MG: Suprema Gráfica, 2006. 216p.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa. 2. ed. atual. ampl. Viçosa: Editora UFV, 2009. 279p.

RIBEIRO, M. R; GALINDO, I. C. de L.; JACOMIN, P. K. T.; RIBEIRO FILHO, M. R. Classes de solos como determinantes do uso, do manejo e da conservação do solo e da água: princípios e fatores. *In: Manejo e a conservação do solo e da água*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019. p.109 –120.

VITAL, D; RESCK, S. **A Conservação da Água Via Terraceamento em Sistemas de Plantio Direto e Convencional no Cerrado**. Circular técnica, n.22. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2002.

WILDNER, L. do P. Terraceamento. *In*: SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água**: Projeto de Recuperação, Conservação e Manejo dos Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas. 2 ed.rev.atual. e ampl. Florianópolis: EPAGRI, 1994. p.271-325.

ZOCCAL, José Cezar. **Soluções - cadernos de estudos em conservação do solo e água**. Presidente Prudente, SP: Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo - Codasp - CODASP, v.1, n.1, 2007, 62p.



www.epagri.sc.gov.br



www.youtube.com/epagritv



www.facebook.com/epagri



www.twitter.com/epagrioficial



www.instagram.com/epagri



linkedin.com/company/epagri



<http://publicacoes.epagri.sc.gov.br>